



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

01125281.4

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office
Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE,
LA HAYE, LE
07/11/01

This Page Blank (uspto)



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: **01125281.4**
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: **25/10/01**
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
Ford Global Technologies, Inc., A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, Michigan 48126
UNITED STATES OF AMERICA

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Dieselmotor mit variabilem Kompressionsverhältnis

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat: State: Pays:	Tag: Date: Date:	Aktenzeichen: File no. Numéro de dépôt:
---------------------------	------------------------	---

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Ursprünglicher Titel: Siehe Seite 1 der Beschreibung

This Page Blank (uspto)

Pat.-Anm.

FORD/201-0789/23. Oktober 2001

- 1 -

EPO-Munich
58

25 Okt. 2001

Dieselmotor mit variablem Kompressionsverhältnis

Die Erfindung betrifft einen Dieselmotor mit variablem Kompressionsverhältnis, enthaltend mindestens eine Reihe von Zylindern mit mindestens einem Einlaßventil und mindestens einem Auslaßventil pro Zylinder, welche von einer Vorrichtung mit variabler Phasenverschiebung angesteuert werden.

5

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines Dieselmotors mit einem Turbolader, wobei zur Variation des Kompressionsverhältnisses das Schließen mindestens eines Einlaßventils verzögert wird.

10 Das Kompressionsverhältnis eines Dieselmotors ist definiert als das Verhältnis des Zylindervolumens am unteren Totpunkt zum Zylindervolumen am oberen Totpunkt. Das für Dieselmotoren nach dem Stand der Technik eingestellte Kompressionsverhältnis stellt dabei einen Kompromiß unter verschiedenen Zielvorgaben dar. So ist für ein gutes Kaltstartverhalten des Dieselmotors ein hohes Kompressionsverhältnis mit einer entsprechenden Temperaturerhöhung des komprimierten Luft-Kraftstoff-Gemisches wünschenswert. Beim warmgelaufenen Motor sind dagegen geringere Kompressionsverhältnisse bevorzugt, da diese geringere mechanische Belastungen und reduzierte Verbrennungsgeräusche bei Vollast zur Folge haben.

15

20 Ferner konnte in Untersuchungen gezeigt werden, daß bei kleinen Lasten geringere Verbrennungstemperaturen, die durch hohe Raten gekühlten rezirkulierten Abgases erzeugt werden, einen rußfreien, geräuscharmen Betrieb mit sehr geringen NO_x-Emissionen gewährleisten. Die dabei auftretenden erhöhten Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoff-Emissionen steigern die Aktivität des Oxidationskatalysators und halten diesen damit thermisch aktiviert. Ferner wird ein rußfreier fetter Betrieb des Motors ermöglicht, welcher die Reinigung der Stickoxidfalle erlaubt.

- 2 -

Zur Erzeugung derartiger Betriebsbedingungen ist ebenfalls eine Veränderung des Kompressionsverhältnisses wünschenswert.

Nicht zuletzt angesichts zunehmend strengerer Emissionsvorschriften ist daher

- 5 der Betrieb von Dieselmotoren mit veränderlichem Kompressionsverhältnis, das den jeweiligen Rahmenbedingungen angepaßt werden kann, wünschenswert. Zur Veränderung des Kompressionsverhältnisses ist es bekannt, das Verhältnis des Zylindervolumens am oberen Totpunkt zum Zylindervolumen am unteren Totpunkt des Kolbens zu verändern. Eine derartige Veränderung kann zum Beispiel durch
- 10 eine Lageveränderung des Kolbens relativ zur Kurbelwelle oder eine komplette Verlagerung der Kurbelwelle relativ zum Motor erfolgen.

Darüber hinaus ist es aus der US 6 209 516 B1 bekannt, das effektive Kompressionsverhältnis durch Änderung der Zeitsteuerung des Schließens der Einlaßventile

- 15 des Dieselmotors zu variieren. Normalerweise liegt das Schließen der Einlaßventile (IVC: Inlet Valve Closing) kurz nach dem unteren Totpunkt (BDC: Bottom Dead Center) des Kolbens. Durch Verzögerung des IVC wird die effektive Kompression vom IVC bis zum oberen Totpunkt (TDC) reduziert. Gemäß der US 6 209 516 B1 wird als Mechanismus zur Verzögerung des IVC die Phasenverschiebung einer
- 20 das Öffnen und Schließen der Einlaßventile steuernden Nockenwelle vorgeschlagen. Nachteilig hieran ist jedoch, daß das Öffnen des Einlaßventils ebenfalls verzögert wird, was sich ungünstig auf den Motorbetrieb auswirkt.

Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein kosten-

- 25 günstiges, kompaktes und für Personenkraftwagen mit Dieselmotor geeignetes System zur Veränderung des Kompressionsverhältnisses bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch einen Dieselmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

30

Der erfindungsgemäße Dieselmotor läßt sich mit variablem Kompressionsverhältnis betreiben und enthält mindestens eine Reihe von Zylindern, wobei jeder Zylinder mindestens ein Einlaßventil und mindestens ein Auslaßventil aufweist. Der

- 3 -

Dieselmotor ist dadurch gekennzeichnet, daß für die mindestens eine Zylinderreihe (mindestens) zwei Nockenwellen für die Einlaßventile der Zylinder vorhanden sind, wobei die erste Nockenwelle das Öffnen und die zweite Nockenwelle das Schließen der Einlaßventile steuert, und wobei ferner die zweite Nockenwelle Mittel zur Phasenverschiebung enthält.

Durch die Steuerung des Schließens der Einlaßventile (IVC) aller Zylinder einer Zylinderreihe über eine eigene, zweite Nockenwelle, die mit Mitteln zur Phasenverschiebung versehen ist, kann eine Verzögerung des Schließens der Einlaßventile eingestellt werden. Eine derartige Verzögerung bewirkt eine Reduzierung des effektiven Kompressionsverhältnisses beim Betrieb des Dieselmotors, was insbesondere bei warmgelaufenem Motor zur Reduzierung der Geräuschentwicklung und der Schadstoffemissionen ausgenutzt werden kann. Gleichzeitig gewährleistet die von der zweiten Nockenwelle separate erste Nockenwelle, daß das Öffnen der Einlaßventile unabhängig vom Schließen erfolgen kann. Mit einer Verzögerung des Schließens der Einlaßventile ist somit keine nachteilige Veränderung des Öffnens der Einlaßventile verbunden. Ferner hat der vorgeschlagene Dieselmotor einen verhältnismäßig einfachen Aufbau, da er auf kostengünstigen, kompakten mechanischen Bauelementen beruht.

Die Mittel zur Phasenverschiebung der zweiten Nockenwelle sind vorzugsweise für eine Verzögerung des Schließzeitpunktes um bis zu 60° nach dem üblichen Einlaßschließen (IVC) eingerichtet. Ein derartiges Ausmaß der Verzögerung ist einerseits für die gewünschte Bandbreite des Kompressionsverhältnisses ausreichend und andererseits noch verhältnismäßig gut mit mechanischen Mitteln realisierbar. Ein Beispiel für einen derartigen Mechanismus ist bei Steffens (Steffens N. et al. (1997) Kontinuierliche Ein- und Auslaßnockenwellenverstellung für Klein- und Großserie, 6. Aachener Koll. Fahrzeug- und Motorenmechanik, 1005 - 1024) beschrieben.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind die erste und die zweite Nockenwelle parallel und eng benachbart zueinander angeordnet. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß beide Nockenwellen auf dieselben Einlaßventile einwirken können und dabei verhältnismäßig wenig Raum im

- 4 -

ken können und dabei verhältnismäßig wenig Raum im Bereich des Dieselmotors beanspruchen.

- Die Antriebe, welche eine Drehung der ersten beziehungsweise zweiten Nockenwelle bewirken, sind vorzugsweise an gegenüberliegenden Enden der Nockenwellen angeordnet. Das heißt, daß der Antrieb für die erste Nockenwelle an einem ersten Ende dieser Nockenwelle und daß der Antrieb der zweiten, zur ersten parallelen Nockenwelle an demjenigen Ende der zweiten Nockenwelle angeordnet ist, welches dem genannten ersten Ende der ersten Nockenwelle gegenüberliegt.
- 10 Durch eine derartige Anordnung wird der an den beiden Enden der Nockenwellen vorhandene Raum optimal ausgenutzt.

Gemäß einer Weiterbildung des Dieselmotors enthält dieser einen Turbolader, über welchen das Luft-Kraftstoff-Gemisch mit erhöhtem Ladedruck in den Zylinderraum eingeführt werden kann, sowie eine Motorsteuerung, die mit den Mitteln zur Phasenverschiebung der zweiten Nockenwelle gekoppelt ist. Die Motorsteuerung ist dazu eingerichtet, die Verzögerung des Schließens der Einlaßventile in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, der Motorlast und/oder dem Ladedruck des Turboladers anzupassen. Insbesondere kann diese derart eingerichtet sein, daß die Verzögerung des Schließens der Einlaßventile bei geringer Motordrehzahl mit zunehmender Motorlast immer mehr verringert wird. Die Reduzierung des Kompressionsverhältnisses durch Verzögerung des Schließens der Einlaßventile hat als Nebeneffekt, daß sich das Motordrehmoment verringert, da das beim Schließen der Einlaßventile im Zylinder vorhandene Volumen reduziert wird. Bei einem Dieselmotor mit Turbolader kann bei höheren Motordrehzahlen, bei denen der Turbolader vollständig aktiv ist, die Auswirkung des reduzierten Kammervolumens beim Schließen der Einlaßventile durch einen höheren Ladedruck kompensiert werden. Dieser Ausgleich funktioniert jedoch nicht bei geringeren Motordrehzahlen, bei denen der Turbolader keinen ausreichenden Ladedruck produziert. Gemäß der vorgeschlagenen Ausgestaltung der Motorsteuerung wird diesem unerwünschten Nachlassen des Motordrehmoments dadurch begegnet, daß die Verzögerung des Schließens des Einlaßventils kontinuierlich variiert wird in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, der Motorlast und/oder dem Ladedruck des Turbo-

- 5 -

- laders. Dabei kann bei geringen Motordrehzahlen und geringen Motorlasten das IVC zur Erzeugung einer ruhigen Verbrennung mit geringen Emissionen verzögert werden. Bei geringen Drehzahlen und Vollast wird dagegen das IVC weniger verzögert bzw. vorgezogen, um die volumetrische Effizienz und das Drehmoment zu maximieren. Bei Vollast und höheren Motordrehzahlen ist der Turbolader zunehmend in der Lage, höheren Ladedruck zu erzeugen, so daß das IVC im entsprechenden Maße schrittweise verzögert werden kann, um die mechanischen Belastungen und die Geräuschentwicklung zu reduzieren.
- 10 Die erste Nockenwelle, welche das Öffnen der Einlaßventile steuert, kann bei einer speziellen Ausgestaltung des Dieselmotors gleichzeitig mit den Auslaßventilen gekoppelt sein, um auch deren Öffnen und/oder Schließen zu steuern. Auf diese Weise vereinfacht sich der Aufbau des Dieselmotors zusätzlich; da auf eine separate Nockenwelle für die Auslaßventile verzichtet werden kann.
- 15 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines Dieselmotors mit einem Turbolader, wobei zur Variation des Kompressionsverhältnisses das Schließen mindestens eines Einlaßventils verzögert wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß bei geringer Motordrehzahl das Schließen der Einlaßventile mit zunehmender Motorlast weniger verzögert wird, um eine gleichbleibende Motorleistung zu gewährleisten. Bei diesem Verfahren wird in der vorstehend erläuterten Weise berücksichtigt, daß der Turbolader bei geringen Motordrehzahlen den Rückgang des Drehmoments durch eine verzögerte IVC nicht durch erhöhten Ladedruck kompensieren kann. Soll daher eine höhere Motorleistung erbracht werden, so wird die Verzögerung des IVC entsprechend zurückgenommen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- 30 Figur 1 schematisch die Anordnung zweier Nockenwellen in einem erfindungsgemäßen Dieselmotor mit einer gemeinsamen Nockenwelle für Einlaß- und Auslaßventile;

- 6 -

Figur 2 schematisch die Anordnung dreier Nockenwellen in einem erfindungsgemäßen Dieselmotor mit verschiedenen Nockenwellen für Einlaß- und Auslaßventile; und

5 Figur 3 ein Zeitdiagramm für das variable Schließen der Einlaßventile bei einem erfindungsgemäßen Dieselmotor.

Figur 1 zeigt schematisch eine Aufsicht auf zwei Nockenwellen 1 und 2, welche einer Zylinderreihe eines (nicht näher dargestellten) Dieselmotors zugeordnet

10 sind. Ein Dieselmotor ist dabei vorliegend gekennzeichnet durch ein hohes Kompressionsverhältnis (typischerweise 18 : 1 gegenüber 10 : 1 für fremdgezündete Motoren), eine späte Kraftstoffinjektion im Kompressionstakt, eine geschichtete Luft-Kraftstoff-Mischung im Zylinder und eine Selbstzündung. Die erste Nockenwelle 1 weist an ihrem in der Figur oberen Ende ein Zahnrad 3 oder dergleichen 15 auf, welches von einer Kette, einem Riemen oder weiteren Zahnrädern angetrieben werden kann. An der Nockenwelle 1 sind Nocken (nicht dargestellt) angeordnet, welche im dargestellten Beispiel mit den Einlaßventilen und den Auslaßventilen der Zylinderreihe des Dieselmotors wechselwirken.

20 Bei herkömmlichen Dieselmotoren mit einer Nockenwelle für die Einlaß- und Auslaßventile würde dabei sowohl das Öffnen als auch das Schließen der Einlaßventile und der Auslaßventile von einer Nockenwelle gesteuert. Erfindungsgemäß ist jedoch parallel und eng benachbart zur ersten Nockenwelle 1 eine zweite Nockenwelle 2 angeordnet. Diese zweite Nockenwelle 2 steuert ausschließlich das 25 Schließen der Einlaßventile (IVC). Die erste Nockenwelle 1 steuert demnach nur noch das Öffnen der Einlaßventile (IVO) sowie das Öffnen (EVO) und Schließen (EVC) der Auslaßventile.

Die zweite Nockenwelle 2 wird an ihrem in der Figur unteren Ende angetrieben, so 30 dass ihr Antrieb demjenigen der ersten Nockenwelle 1 gegenüberliegt. Des Weiteren ist zwischen der zweiten Nockenwelle 2 und ihrem Antrieb eine Einrichtung 4 zur Phasenverschiebung vorgesehen, welche typischerweise eine variable Phasenverschiebung der zweiten Nockenwelle 2 um bis zu 60° Kurbelwellenwinkel

- 7 -

erlaubt. Eine Möglichkeit, wie das Öffnen und Schließen eines Ventils von zwei verschiedenen Nockenwellen, deren Phasen relativ zueinander verschoben werden können, gesteuert werden kann, ist zum Beispiel in der DE 43 22 480 C2 offenbart, auf welche ausdrücklich Bezug genommen wird. Andere Ausgestaltungen
5 sind in der GB 170 855, der US 5 178 105 und der EP 0 472 430 B1 zu finden.

Figur 2 zeigt schematisch die Aufsicht auf eine alternative Ausgestaltung der Nockenwellen eines Dieselmotors. Ausgangspunkt ist hier ein Stand der Technik, bei welchem für die Einlaßventile und die Auslaßventile einer Zylinderreihe zwei verschiedene Nockenwellen 11 beziehungsweise 15 vorgesehen sind. Die Nockenwelle 15 steuert dabei ausschließlich das Öffnen (EVO) und Schließen (EVC) der Auslaßventile. Anders als beim Stand der Technik steuert die erste Nockenwelle 11 jedoch nur das Öffnen der Einlaßventile (IVO), während ähnlich wie bei Figur 1 für das Schließen der Einlaßventile (IVC) parallel und eng benachbart zur 10 ersten Nockenwelle 11 eine zweite Nockenwelle 12 vorgesehen ist. Deren Ankopplung und Steuerung mit einer Einrichtung 14 zur Phasenverschiebung ist ähnlich wie bei Figur 1, so daß auf eine erneute Beschreibung verzichtet werden
15 kann.

20 Figur 3 zeigt in einem Diagramm die Möglichkeiten der Ventilsteuerung in einem erfindungsgemäßen Dieselmotor. Auf der horizontalen Achse ist dabei die Zeit aufgetragen; wobei jeweils die Punkte markiert sind, zu denen sich der Kolben am oberen Totpunkt (TDC) befindet. Auf der vertikalen Achse ist der Öffnungshub der Auslaßventile beziehungsweise Einlaßventile aufgetragen. Die Kurve 20 beschreibt dabei das Öffnungsverhalten eines Auslaßventils, während die Kurvenschar 21 zu einem Einlaßventil gehört. Aus der Darstellung ist erkennbar, daß die Zeitpunkte des Öffnens des Auslaßventils (EVO), des Schließens des Auslaßventils (EVC) sowie des Öffnens des Einlaßventils (IVO) unverändert sind, wobei die beiden zuletzt genannten Zeitpunkte kurz hinter beziehungsweise kurz vor dem
25 oberen Totpunkt (TDC) liegen.
30

Mit Hilfe der vorstehend erläuterten Mittel 4, 14 zur Phasenverschiebung an den nur für das Schließen der Einlaßventile (IVC) zuständigen Nockenwellen 2 bezie-

- 8 -

hungsweise 12 kann das Schließen der Einlaßventile in einem bestimmten Bereich Δ von typischerweise 60° nach dem unteren Totpunkt variiert werden.

- Eine derartige Variation des Schließens der Einlaßventile führt zu einer entsprechenden Veränderung des Kompressionsverhältnisses, welches somit optimal den Rahmenbedingungen (Kaltstart des Motors; warmgelaufener Motor, etc.) angepaßt werden kann. Hierdurch lassen sich die Geräuschenentwicklung und die Schadstoffemissionen des Dieselmotors minimieren. Vorteilhafterweise bleiben dabei alle übrigen Schlüsselparameter EVO, EVC und IVO für die Zeitsteuerung der Einlaß- und Auslaßventile unverändert, so daß keine nachteiligen Nebeneffekte auf den Motorbetrieb auftreten.

- 9 -

EPO-Munich
58

Patentansprüche

25. Okt. 2001

1. Dieselmotor mit variablem Kompressionsverhältnis, enthaltend mindestens eine Reihe von Zylindern mit mindestens einem Einlaßventil und mindestens einem Auslaßventil pro Zylinder, welche von einer Vorrichtung mit variabler Phasenverschiebung angesteuert werden,

dadurch gekennzeichnet, daß
für die Zylinderreihe zwei Nockenwellen für die Einlaßventile vorhanden sind, wobei die erste Nockenwelle (1, 11) das Öffnen und die zweite Nockenwelle (2, 12) das Schließen der Einlaßventile steuert, und wobei die zweite Nockenwelle Mittel (4, 14) zur Phasenverschiebung enthält.

2. Dieselmotor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß
die Mittel zur Phasenverschiebung (4, 14) für eine Verzögerung des Schließzeitpunktes (IVC) um bis zu etwa 60° nach dem üblichen IVC eingerichtet sind.

20

3. Dieselmotor nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß
die erste (1, 11) und die zweite Nockenwelle (2, 12) parallel und benachbart zueinander angeordnet sind.

25

4. Dieselmotor nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Antriebe der ersten (1, 11) und der zweiten Nockenwelle (2, 12) an gegenüberliegenden Enden der Nockenwellen angeordnet sind.

- 10 -

5. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

dieser einen Turbolader sowie eine mit den Mitteln (4, 14) zur Phasenverschiebung gekoppelte Motorsteuerung aufweist, wobei die Motorsteuerung dahingehend ausgebildet ist, die Verzögerung des Schließen der Einlaßventile in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, der Motorlast und/oder dem Ladedruck des Turboladers anzupassen.

10 6. Dieselmotor nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

die Motorsteuerung dahingehend ausgebildet ist, die Verzögerung des Schließen der Einlaßventile bei geringer Motordrehzahl mit zunehmender Motorlast zu verringern, um eine gleichbleibende Motorleistung zu gewährleisten.

7. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

20 die erste Nockenwelle (1, 11) auch die Auslaßventile steuert.

8. Verfahren zur Steuerung eines Dieselmotors mit einem Turbolader, wobei

zur Variation des Kompressionsverhältnisses das Schließen mindestens eines Einlaßventils verzögert wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

bei geringer Motordrehzahl das Schließen der Einlaßventile mit zunehmender Motorlast weniger verzögert wird, um eine gleichbleibende Motorleistung zu gewährleisten.

EPO-Munich
58

25. Okt. 2001

ZusammenfassungDieselmotor mit variablem Kompressionsverhältnis

Die Erfindung betrifft einen Dieselmotor, bei welchem eine separate Nockenwelle (12) für die Steuerung des Schließens der Einlaßventile (IVC) vorgesehen ist, welche mit Mitteln (14) zur Phasenverschiebung gekoppelt ist. Eine erste Nockenwelle (11) steuert unabhängig hiervon das Öffnen der Einlaßventile (IVO) und gegebenenfalls auch die Auslaßventile. Vorzugsweise werden die Auslaßventile (EVO, EVC) jedoch separat von einer weiteren Nockenwelle (15) gesteuert. Durch eine Verzögerung des Schließens der Einlaßventile kann das Kompressionsverhältnis des Dieselmotors variiert werden, wobei gleichzeitig alle anderen Zeitsteuerungsparameter der Ventile unverändert bleiben. Vorzugsweise hängt das Ausmaß der Verzögerung des Schließens der Einlaßventile von der Motordrehzahl, der Motorlast und/oder dem Ladedruck eines Turboladers ab, um auf diese Weise eine möglichst gleichbleibende Motorleistung zu gewährleisten.

(Figur 2)

This Page Blank (uspto)

25. Okt. 2001

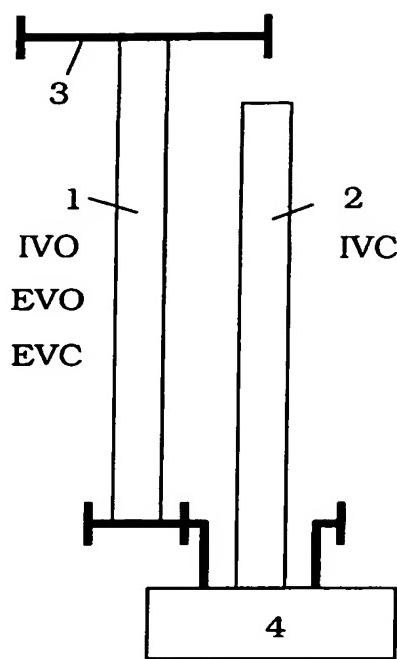


Fig. 1

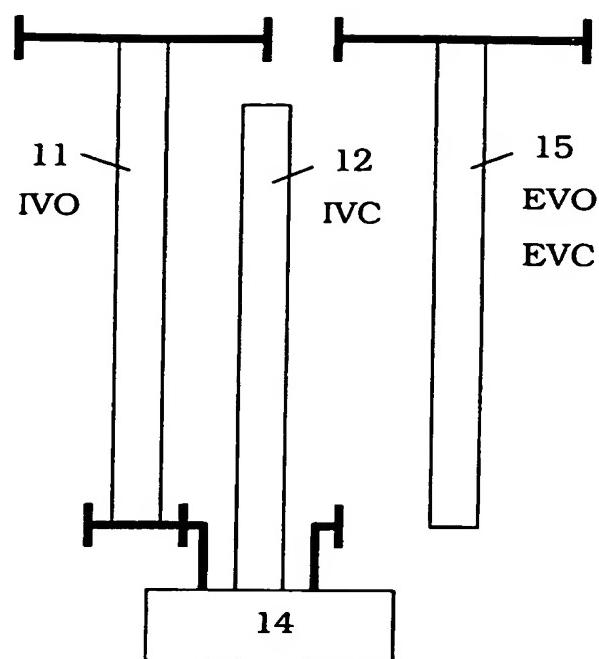


Fig. 2

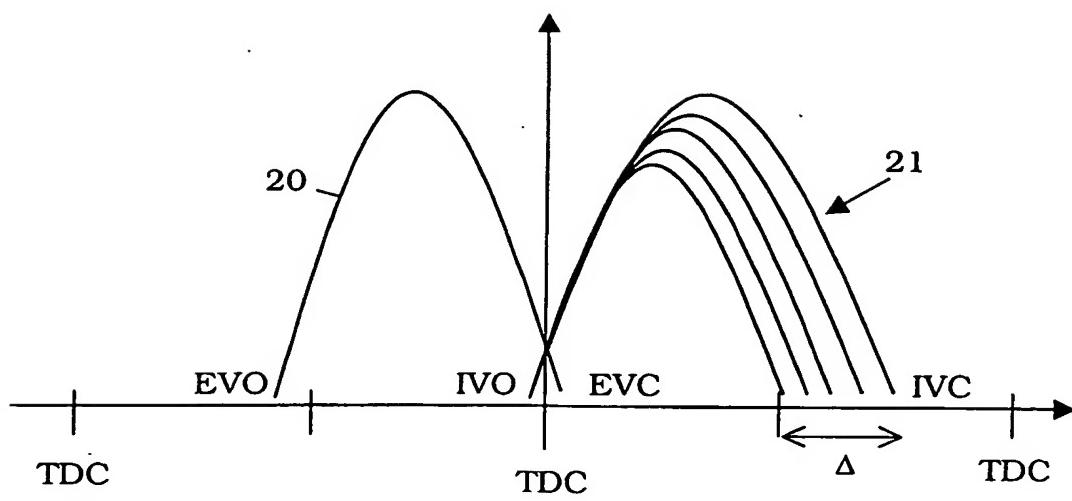


Fig. 3

This Page Blank (uspto)